

T 3/5/1

3/5/1

DIALOG(R) File 347:JAPIO
(c) 2002 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

05131464 **Image available**

ZOOM LENS

PUB. NO.: 08-086964 [JP 8086964 A]
PUBLISHED: April 02, 1996 (19960402)
INVENTOR(s): ENDO HIROSHI
APPLICANT(s): CANON INC [000100] (A Japanese Company or Corporation), JP
(Japan)
APPL. NO.: 06-251345 [JP 94251345]
FILED: September 19, 1994 (19940919)
INTL CLASS: [6] G02B-015/20; G02B-013/18
JAPIO CLASS: 29.2 (PRECISION INSTRUMENTS -- Optical Equipment)

ABSTRACT

PURPOSE: To obtain a zoom lens which has high optical performance over an entire variable-power range having wide angle of view and which has specified back focus by adequately setting the refracting power of each lens group and lens constitution with four lens groups constitution.

CONSTITUTION: This zoom lens is constituted of a front group LF having negative refracting power and a rear group LR having positive refracting power, and performs variable power by changing a distance between respective lens groups. A fourth group L4 has the three components of a 41st component L41 having the positive refracting power, a 42nd component L42 having the negative refracting power, and a 43rd component L43 having the positive refracting power. The zoom lens is provided with at least one aspherical surface having a shape in which the positive refracting power gradually becomes weak from the central part to the peripheral part of the lens. The zoom lens is constituted to satisfy the next conditions of $D1T < D1W$, $D2W < D2T$, $D3T < D3W$, and $6 < TLW < fW < 10$ in the case of defining the interval between an (i) group and the (i)+ the first groups as D_iW and D_iT respectively, and optical entire length on the wide-angle end and the focal distance of an entire system as TLW and fW respectively by using the four lens groups.

?

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-86964

(43)公開日 平成8年(1996)4月2日

(51)Int.Cl*

G 0 2 B 15/20
13/18

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数6 FD (全20頁)

(21)出願番号 特願平6-251345

(22)出願日 平成6年(1994)9月19日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 遠藤 宏志

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

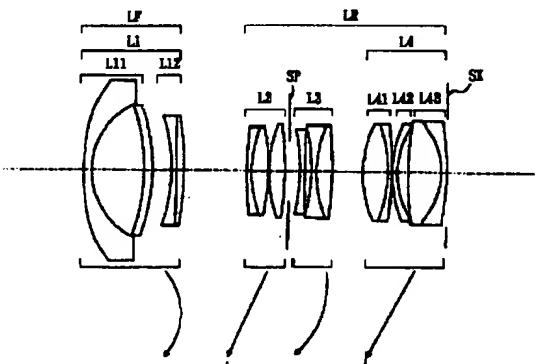
(74)代理人 弁理士 高梨 幸雄

(54)【発明の名称】 ズームレンズ

(57)【要約】

【目的】 負の屈折力のレンズ群が先行するネガティブリード型の前群と後群より成る広画角の全変倍範囲にわたり高い光学性能を有したズームレンズを得ること。

【構成】 物体側より順に負の屈折力の前群と正の屈折力の後群とから成り、該前群は負の屈折力の第1群より成り、後群は正の屈折力の第2群、負の屈折力の第3群、そして正の屈折力を有し、各レンズ群の空気間隔を変えて変倍を行い、第4群は正の屈折力の第41成分、像面側に強い負の屈折面を向けたメニスカス状の負の第421レンズより成る第42成分、そして正の屈折力の第43成分の3つの成分を有すると共にレンズ中心からレンズ周辺にいくに従い正の屈折力が弱くなる形状の少なくとも1つの非球面を有し、広角端と望遠端における第i群と第i+1群の間隔DiW、WiT、広角端における光学全長と全系の焦点距離TLW、fWを各々適切に設定したこと。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に負の屈折力の前群と正の屈折力の後群とから成り、該前群は負の屈折力の第1群の1つのレンズ群より成り、該後群は正の屈折力の第2群、負の屈折力の第3群、そして正の屈折力の第4群の3つのレンズ群を有し、各レンズ群の空気間隔を変えて変倍を行い、該第4群は正の屈折力の第41成分、像面側に強い負の屈折面を向けたメニスカス状の負の第421レンズより成る第42成分、そして正の屈折力の第43成分の3つの成分を有すると共にレンズ中心からレンズ周辺にいくに従い正の屈折力が弱くなる形状の少なくとも1つの非球面を有し、広角端と望遠端における第i群と第i+1群の間隔を各々D_iW, D_iT、広角端における光学全長と全系の焦点距離を各々TLW, fWとするとき

$$D_1T < D_1W$$

$$D_2W < D_2T$$

$$D_3T < D_3W$$

$$6 < TLW/fW < 10$$

なる条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】 広角端から望遠端への変倍に伴う前記第i群の移動量をM_i、前記第i群の焦点距離をf_i、望遠端における全系の焦点距離をfT、広角端において前記第1群の最も物体側のレンズ面から前記第3群の最も物体側のレンズ面までの光軸方向の長さをLSP、前記非球面の光線有効径をEA、該非球面の面頂点から光線有効径位置までの光軸方向の距離をX、該非球面の近軸曲率成分のみの球面を想定したときの面頂点から光線有効径位置までの光軸方向の距離をX₀としたとき

$$-0.3 < M_1/M_2 < 0.3$$

$$0.005 < |X - X_0|/EA < 0.05$$

$$1.5 < f_4/fW < 3$$

$$0.7 < f_4/fT < 1.8$$

$$0.37 < LSP/TLW < 0.47$$

$$0.4 < M_3/M_2 < 0.7$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1のズームレンズ。

【請求項3】 前記第41成分は正レンズと負レンズとを接合した貼合わせレンズ、又は2つの正レンズと負レンズとの3つのレンズを接合した貼合わせレンズを有し、前記第43成分は正の第431レンズと物体側に凹面を向けたメニスカス状の負の第432レンズとを接合した貼合わせレンズを有していることを特徴とする請求項1のズームレンズ。

【請求項4】 物体側より順に前記第2群は像面側に凹面を向けたメニスカス状の負の第21レンズ、正の第22レンズ、そして正の第23レンズを有し、該第21レンズの材質の屈折率とアッペ数を各々N₂₁, v₂₁としたとき

$$1.7 < N_{21}$$

30 <レ 21

なる条件を満足することを特徴とする請求項1のズームレンズ。

【請求項5】 前記第432レンズの材質の屈折率とアッペ数を各々N₄₃₂, v₄₃₂としたとき

$$1.7 < N_{432}$$

30 <レ 432

なる条件を満足することを特徴とする請求項1のズームレンズ。

10 【請求項6】 前記第1群は最も物体側に像面側に凹面向けたメニスカス状の負レンズと、レンズ中心からレンズ周辺部にいくに従い正の屈折力が強くなる形状の少なくとも1つの非球面を有し、広角端と望遠端における第i群と第i+1群の間隔を各々D_iW, D_iT、広角端における光学全長と全系の焦点距離を各々TLW, fWとするとき

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は35mmフィルム用の写真カメラや電子記録方式のビデオカメラ、そしてSVカメラ等に好適なズームレンズに関し、特に負の屈折力の

20 レンズ群が先行する全体として4つのレンズ群を有し、これら4つのレンズ群のレンズ構成を適切に設定することによりレンズ系全体の小型化を図った変倍比2、Fナンバー2.9、広角端の撮影画角100°程度のネガティブリード型のズームレンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来より負の屈折力のレンズ群が先行する所謂ネガティブリード型のズームレンズは広画角化が比較的容易であるため撮影画角90°以上を有する広画角のズームレンズには多く用いられている。

30 【0003】 このような広画角用のズームレンズが例えば特開平2-201310号公報、特開平2-296208号公報、特開平4-235514号公報、特開平4-235515号公報で提案されている。これらに提案されているズームレンズは、物体側から順に負、正、負、そして正の屈折力の4つのレンズ群より構成している。

【0004】 この他、特公昭49-23912号公報や特開昭57-163213号公報等では物体側より順に負の屈折力の第1群、正の屈折力の第2群、負の屈折力

40 の第3群、そして正の屈折力の第4群の4つのレンズ群を有し、広角端から望遠端への変倍に際して第1群を像面側へ移動させ、第2群と第4群を物体側へ移動させ、第3群を固定若しくは移動させた広画角のズームレンズを提案している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 近年、一眼レフカメラやビデオカメラ等には広画角のズームレンズが要望されている。

【0006】 一般にネガティブリード型のズームレンズ50において、所定のバックフォーカスを確保しつつ、例え

ば広角端の撮影画角100°程度、変倍比2程度、広角端のFナンバー3程度を確保しつつ、全変倍範囲にわたり良好なる光学性能を得るには各レンズ群の屈折力配置を適切に設定する必要がある。各レンズ群の屈折力配置やレンズ構成が不適切であるとレンズ枚数を増加させても変倍に伴う収差変動が大きくなり、全変倍範囲にわたり高い光学性能を得るのが難しくなってくる。

【0007】本発明は、負の屈折力のレンズ群が先行するネガティブリード型の全体として4つのレンズ群より成るズームレンズにおいて、各レンズ群の屈折力やレンズ構成を適切に設定することにより、所定のバックフォーカスを有しつつ、広角端の撮影画角100°、変倍比2、Fナンバー2.9程度の全変倍範囲にわたり高い光学性能を有したズームレンズの提供を目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明のズームレンズは、物体側より順に負の屈折力の前群と正の屈折力の後群とから成り、該前群は負の屈折力の第1群の1つのレンズ群より成り、該後群は正の屈折力の第2群、負の屈折力の第3群、そして正の屈折力の第4群の3つのレンズ群を有し、各レンズ群の空気間隔を変えて変倍を行い、該第4群は正の屈折力の第41成分、像面側に強い負の屈折面を向けたメニスカス状の負の第421レンズより成る第42成分、そして正の屈折力の第43成分の3つの成分を有すると共にレンズ中心からレンズ周辺にいくに従い正の屈折力が弱くなる形状の少なくとも1つの非球面を有し、広角端と望遠端における第i群と第i+1群の間隔を各々DiW、DiT、広角端における光学全長と全系の焦点距離を各々TLW、fWとするとき

$$D1T < D1W \quad \dots \dots \quad (イ)$$

$$D2W < D2T \quad \dots \dots \quad (ロ)$$

$$D3T < D3W \quad \dots \dots \quad (ハ)$$

$$6 < TLW/fW < 10 \quad \dots \dots \quad (1)$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【0009】

【実施例】図1～図9は本発明の数値実施例1～9の広角端におけるレンズ断面図である。図中、LFは負の屈折力の前群、LRは正の屈折力の後群、SPは開口絞り、SKはフレーアーカット用の固定絞り、SVはフレーアーカット用の変倍に伴い移動するフレーア絞りである。

【0010】本実施例1では、前群LFを負の屈折力の第1群L1より構成している。第1群L1は負の屈折力の第11群L11と負の屈折力の第12群L12の2つのレンズ群より構成し、該第12群L12を光軸上移動させてフォーカスを行っている。(尚、本実施例においては第1群L1全体を移動させてフォーカスを行っても良い。)又、後群LRを正の屈折力の第2群L2、負の屈折力の第3群L3、正の屈折力の第4群L4の3つのレンズ群より構成している。

【0011】図中、矢印は広角端から望遠端への変倍に

際して、各レンズ群の移動軌跡を示している。

【0012】即ち、広角端から望遠端への変倍は、前述の条件式(イ)、(ロ)、(ハ)を満足するように、第1群L1と第2群L2との間隔が減少し、第2群L2と第3群L3との間隔が増大し、第3群L3と第4群L4との間隔が減少するように、各レンズ群を光軸上移動させて行なっている。

【0013】具体的には広角端から望遠端への変倍に際し、第2群と第4群を一体的に物体側方向へ移動させ、

10 第3群を独立に物体側方向へ移動させ、第1群は広角端から中間焦点距離までは像面側に、中間焦点距離から望遠端までは物体側に移動させている。又第2、第4群の移動を直線移動(ズーム操作量に比例して移動したとき)、第3群は非直線移動させることで、中間焦点距離での収差を良好に補正している。尚後述する数値実施例2においては第1群L1の第11群L11と第12群L12とのレンズ群間隔が変倍に際して中間焦点距離において最も広くなるように第11レンズ群L11又は第12レンズ群L12の少なくとも一方のレンズ群を移動させている。

【0014】本実施例では後群LRを3つのレンズ群で構成し、変倍に際して各レンズ群を前述の如く光軸上移動させることにより、後群LRの主点位置が広角端から望遠端への変倍に際して像面側から物体側へ移動させている。これにより前群LFと後群LRによる変倍効果を大きくして、所定の変倍比を効果的に得ている。

【0015】第4群の正の屈折力の第41成分を図1、図2では両レンズ面が凸面の正レンズと像面側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズとを接合した貼合わせレンズより、図3では両レンズ面が凸面の正レンズと像面側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズの2つのレンズより、図4では正レンズ、そして正レンズと像面側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズとを接合した貼合わせレンズより、図5～図9では2つの正レンズと負レンズの3つのレンズを接合した貼合わせレンズより構成している。

【0016】本実施例では第41成分中に正レンズと負レンズの2つのレンズを設けることにより軸外光束が最も光軸から外側を通過することを利用して倍率色収差の補正を効果的に行っている。

【0017】負の屈折力の第42成分を像面側に凹面を向けたメニスカス状の单一の負の第421レンズより構成している。正の屈折力の第43成分を正レンズと物体側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズとを接合した貼合わせレンズより構成している。第4群中の最も像面側のレンズ面にはレンズ中心からレンズ周辺にいくに従って正の屈折力が弱くなる形状の非球面を用いている。

【0018】以上のように比較的正の屈折力の強い第4群のレンズ構成を前述の如く構成することにより球面収差、非点収差、像面湾曲をバランス良く補正している。

また広角側で発生する高次の像面湾曲を第421レンズの非球面により良好に補正している。そして第2群L2をメニスカス状の負レンズと正レンズを接合した貼合わせレンズ、そして正レンズで構成し、これにより諸収差を良好に補正している。

【0019】更に第1群中にレンズ中心からレンズ周辺にいくに従って正の屈折力が強くなる形状の非球面を用いることにより広角側で発生する樽型の歪曲を補正し、最も物体側のレンズを像面側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズとして第1群のレンズ外径を小さくしている。また最終レンズ群の像面側に変倍時固定のフレーカット絞りSKを置くことで望遠側でのフレーカットを除去している。

【0020】図4～図9の数値実施例4～9では第3群の像面側に第3群と一緒に移動し、焦点距離に応じて口径の変化するフレアーカット絞りSVを置くことにより広角側での画面中間部のフレアーカットを除去している。

【0021】本実施例では、このように各レンズ群の屈折力や倍変における各レンズ群の移動条件、そして各レンズ群のレンズ構成を前述の如く適切に設定すると共に条件式(1)を満足させることによりレンズ全長を短縮しつつ、広画角でしかも全変倍範囲にわたり高い光学性能を有したズームレンズを得ている。

$-0.3 < M_1/M_2 < 0.3$ (2)
 $0.005 < |X - X_0|/EA < 0.05$ (3)
 $1.5 < f_4/f_W < 3$ (4)
 $0.7 < f_4/f_T < 1.8$ (5)
 $0.37 < LSP/T_{LW} < 0.47$ (6)
 $0.4 < M_3/M_2 < 0.7$ (7)

なる条件を満足することである。

【0025】条件式(2)は第1群と第2群の変倍の際の移動量の比を規定し主にレンズ系をコンパクトにする為のものである。条件式(2)は第1群で像面位置を補正した場合、広角端から望遠端への変倍に際し、広角端での位置を基準とし、中間焦点距離では第1群が像面側に位置し、望遠端では広角端と略同じところに位置すること、即ち完全往復に近いことを表している。条件式(2)の上限値を越えると、各レンズ群の焦点距離が短くなり、コンパクト化には有利だが収差補正が困難となる。また下限値を越えると収差補正には有利だがレンズ系が増大してくる。

【0026】条件式(3)は第4群の最も像面側のレンズ面に施す非球面の非球面量を規定し、主に広角側における高次の像面湾曲、即ち周辺部でオーバーになろうとする像面湾曲とサジタルフレアを補正するものである。条件式(3)は前記補正効果を十分なものとするものである。

【0027】条件式(4)は第4群の焦点距離と広角端の全系の焦点距離の比を規定し、条件式(5)は第4群の焦点距離と望遠端の全系の焦点距離の比を規定するも※50

* 【0022】条件式(1)は広角端での光学全長(第1レンズ面から像面までの距離)と広角端での全系の焦点距離の比、所謂テレ比を規定するものであり、主に所望のFナンバーとバックフォーカスを確保する為のものである。条件式(1)の下限値を超えると所望のFナンバーとバックフォーカスの確保が困難となり、又上限値を超えると収差補正には有利であるが光学全長が増大することになり好ましくない。

【0023】本発明のズームレンズにおいて更に広角端
10 での撮影画角が100°程度と広画角化を図りつつ、全
変倍範囲にわたり、かつ画面全体にわたり、高い光学性
能を確保するには、次の諸条件のうちの少なくとも1つ
を満足させるのが良い。

【0024】(1-1) 広角端から望遠端への変倍に伴う前記第*i*群の移動量を*M_i*、前記第*i*群の焦点距離を*f_i*、望遠端における全系の焦点距離を*f_T*、広角端において前記第1群の最も物体側のレンズ面から前記第3群の最も物体側のレンズ面までの光軸方向の長さを*L_S*、前記非球面の光線有効径を*E_A*、該非球面の面頂点から光線有効径位置までの光軸方向の距離を*X*、該非球面の近軸曲率成分のみの球面を想定したときの面頂点から光線有効径位置までの光軸方向の距離を*X₀*としたとき

30※である。何れの条件式(4), (5)の下限値を越えて第4群の焦点距離が短くなるとコンパクト化には有利であるが、画面周辺の収差、特に像面弯曲が悪化する。また何れの条件式(4), (5)の上限値を越えて第4群の焦点距離が長くなると収差補正上は好ましいが、レンズ系が大きくなり好ましくない。

【0028】条件式(6)は第1群の最も物体側のレンズ面から第3群の最も物体側のレンズ面までの長さと広角端での光学全長の比を規定し、主に第1群のレンズ外径を小さくするものである。条件式(6)の下限値を越えるとレンズ外径を小さくするには有利だが光学性能を維持しつつ所望の変倍比を得るのが困難となる。また上

限値を越えると第1群のレンズ外径が増大してしまう。
【0029】条件式(7)は変倍に伴う第2群と第3群の移動量の比を規定し、主に収差補正とコンパクト化を両立させるものである。条件式(7)の下限値を越えて第3群の移動量が第2群の移動量に対して小さくなると完全往復タイプからはずれることになり好ましくない。また上限値を越えると多群化した効果が小さくなり、コンパクト化が困難となる。

【0030】(1-2) 物体側より順に前記第2群は像

面側に凹面を向けたメニスカス状の負の第21レンズ、正の第22レンズ、そして正の第23レンズを有し、該第21レンズの材質の屈折率とアッペ数を各々N21、 ν 21としたとき

$$1. 7 < N_{21} \dots \dots \dots (8)$$

$$30 < \nu_{21} \dots \dots \dots (9)$$

なる条件を満足することである。

【0031】条件式(8)、(9)は第2群の最も物体側のメニスカス状の負の第21レンズの材質に低分散高屈折率の材質を用いることにより軸上色収差、特に2次スペクトルを良好に補正するものである。条件式(8)、(9)を外れると色収差の良好なる補正が難しくなってくる。

【0032】(1-3)前記第432レンズの材質の屈折率とアッペ数を各々N432、 ν 432としたとき

$$1. 7 < N_{432} \dots \dots \dots (10)$$

$$30 < \nu_{432} \dots \dots \dots (11) \quad * \quad \text{【数1】}$$

$$X = \frac{(1/R) Y^2}{1 + \sqrt{1 - (Y/R)^2}} + BY^4 + CY^6 + DY^8 + EY^{10} + FY^{12} + GY^{14} \dots$$

で表されるものとする。尚、「e-x」の表記は「 $\times 1$

0^{-x} 」を表す。又前述の各条件式と数値実施例における

諸数値との関係を表-1に示す。

*なる条件を満足することである。

【0033】条件式(10)、(11)は第4群の第43成分中の物体側に凹面を向けたメニスカス状の負の第432レンズの材質に低分散高屈折率の材質を用いることにより軸上色収差を良好に補正するものである。条件式(10)、(11)を外れると軸上色収差の良好なる補正が難しくなってくる。

【0034】次に本発明の数値実施例を示す。数値実施例において r_i は物体側より第i番目のレンズ面の曲率半径、 d_i は第i番目のレンズ厚又は空気間隔、 n_i と ν_i は第i番目のレンズの材質の屈折率とアッペ数である。又非球面形状はレンズ面の中心部の曲率半径をRとし、光軸方向(光の進行方向)をX軸とし、光軸と垂直方向をY軸とし、B、C、D、E、F、Gをそれぞれ非球面係数としたとき、

【0035】

【数1】

*【0036】

【外1】

※

9
数値実験例1

10

f=18.5-34.1 FNo=1:2.9 2ω=88.8° -64.8°

r 1=	68.81 (非球面)	d 1=	2.20	n 1=1.77250	v 1=49.6
r 2=	19.50	d 2=	14.21		
r 3=	-49.03	d 3=	2.20	n 2=1.78580	v 2=44.2
r 4=	-51.70	d 4=	可変		
r 5=	-42.65	d 5=	1.20	n 3=1.83481	v 3=42.7
r 6=-10141.30		d 6=	2.25	n 4=1.84666	v 4=23.9
r 7=	-78.28	d 7=	可変		
r 8=	113.20	d 8=	1.10	n 5=1.84666	v 5=23.8
r 9=	30.25	d 9=	4.50	n 6=1.48749	v 6=70.2
r10=	-59.58	d10=	0.15		
r11=	34.66	d11=	4.35	n 7=1.62004	v 7=36.3
r12=	-77.21	d12=	可変		
r13=	(絞り)	d13=	3.08		
r14=	-48.81	d14=	1.29	n 8=1.88300	v 8=40.8
r15=	378.45	d15=	1.63		
r16=	-46.63	d16=	1.28	n 9=1.71300	v 9=53.8
r17=	29.87	d17=	4.35	n10=1.84666	v10=23.9
r18=	-111.10	d18=	可変		
r19=	30.51	d19=	6.68	n11=1.89680	v11=55.5
r20=	-36.74	d20=	1.00	n12=1.76182	v12=26.9
r21=	-116.40	d21=	0.20		
r22=	31.43	d22=	1.31	n13=1.80518	v13=25.4
r23=	21.79	d23=	2.97		
r24=	81.54	d24=	8.84	n14=1.80911	v14=60.7
r25=	-19.54	d25=	1.60	n15=1.80518	v15=25.4
r26=	-54.29 (非球面)	d26=	可変		
r27=	717-829				

焦点距離 可変間隔	18.54	27.94	34.08
d 4	5.27	5.27	5.27
d 7	17.17	4.95	1.03
d 12	0.97	5.65	8.15
d 18	8.09	3.41	0.91
d 26	0.00	9.59	16.12

非球面係数

第1面 B= 7.065 e-06 C=-4.514 e-10 D=-1.415 e-12 E= 6.497 e-15
 第26面 B= 9.792 e-06 C= 1.503 e-08 D= 1.014 e-11 E= 1.813 e-13
 EA= 2 6. 1

【0037】

* * 【外2】

1 1

数値実験例2

f=18.5-34.1 FN=1:2.9 2ω=98.5° -64.8°

r 1=	68.49 (非球面)	d 1=	2.20	n 1=1.77250	v 1=49.6
r 2=	19.86	d 2=	14.17		
r 3=	-49.77	d 3=	2.20	n 2=1.78590	v 2=44.2
r 4=	-56.03	d 4=	可変		
r 5=	-54.28	d 5=	1.20	n 3=1.83481	v 3=42.7
r 6=	363.07	d 6=	2.11	n 4=1.84666	v 4=23.9
r 7=	-119.76	d 7=	可変		
r 8=	120.00	d 8=	1.00	n 5=1.84666	v 5=23.8
r 9=	28.41	d 9=	4.65	n 6=1.48749	v 6=70.2
r10=	-61.50	d10=	0.15		
r11=	34.09	d11=	4.30	n 7=1.64769	v 7=33.8
r12=	-82.93	d12=	可変		
r13=	(較り)	d13=	2.84		
r14=	-54.33	d14=	1.25	n 8=1.88300	v 8=40.8
r15=	316.52	d15=	1.81		
r16=	-40.91	d16=	1.48	n 9=1.69680	v 9=55.5
r17=	31.17	d17=	4.35	n10=1.84666	v10=23.9
r18=	-100.17	d18=	可変		
r19=	31.99	d19=	6.46	n11=1.69680	v11=55.5
r20=	-36.67	d20=	1.20	n12=1.84666	v12=23.8
r21=	-86.80	d21=	0.20		
r22=	25.96	d22=	1.30	n13=1.84666	v13=23.8
r23=	19.89	d23=	3.77		
r24=	126.85	d24=	6.98	n14=1.60311	v14=60.7
r25=	-19.09	d25=	1.60	n15=1.80518	v15=25.4
r26=	-53.72 (非球面)	d26=	可変		
r27=	7レ7-較9				

焦点距離 可変間隔	18.54	27.93	34.06
d 4	5.38	5.79	5.36
d 7	17.42	4.79	1.09
d 12	0.99	6.13	8.74
d 18	9.20	4.06	1.45
d 26	0.00	9.43	15.85

非球面係数

第1面 B=6.759 e-05 C=-7.797 e-10 D=-1.713 e-13 E=4.615 e-15

第26面 B=9.092 e-06 C=-9.570 e-09 D=4.046 e-10 E=-3.601 e-12

F=1.685 e-14 G=-2.890 e-17

EA = 2 6. 2

【0038】

* * 【外3】

13

鏡面鏡面3

f=18.5-34.0 FNo=1:2.8 2ω=88.5° -64.9°

r 1=	88.14 (鏡面鏡面)	d 1=	2.30	n 1=1.77250	v 1=49.6
r 2=	18.62	d 2=	14.66		
r 3=	-45.24	d 3=	2.10	n 2=1.78590	v 2=44.2
r 4=	-47.05	d 4=	可變		
r 5=	-43.61	d 5=	1.20	n 3=1.68481	v 3=42.7
r 6=	94.27	d 6=	3.02	n 4=1.64666	v 4=23.9
r 7=	-83.20	d 7=	可變		
r 8=	80.78	d 8=	1.00	n 5=1.64666	v 5=23.9
r 9=	26.44	d 9=	4.65	n 6=1.68749	v 6=70.2
r10=	-67.68	d10=	0.15		
r11=	82.65	d11=	4.45	n 7=1.58267	v 7=46.4
r12=	-65.39	d12=	可變		
r13=	(絞り)	d13=	2.35		
r14=	-109.74	d14=	1.34	n 8=1.68300	v 8=40.8
r15=	138.12	d15=	2.48		
r16=	-30.16	d16=	1.25	n 9=1.69680	v 9=55.5
r17=	81.92	d17=	4.49	n10=1.64666	v10=23.9
r18=	-143.09	d18=	可變		
r19=	22.22	d19=	8.10	n11=1.72916	v11=54.7
r20=	-84.94	d20=	0.34		
r21=	-34.53	d21=	1.20	n12=1.68400	v12=37.2
r22=	-100.14	d22=	0.20		
r23=	29.45	d23=	1.30	n13=1.64666	v13=23.9
r24=	21.44	d24=	2.76		
r25=	82.87	d25=	7.73	n14=1.64650	v14=53.0
r26=	-17.44	d26=	1.60	n15=1.80518	v15=25.4
r27=	-59.011 (鏡面鏡面)	d27=	可變		
r28=	フリーリミット				

鏡面鏡面	18.64	27.94	34.08
可變鏡面			
d 4	5.33	5.33	5.33
d 7	17.39	5.02	1.02
d 12	0.67	4.69	8.74
d 18	6.98	2.96	0.91
d 27	0.00	9.62	16.17

非球面係数

第1面 B=7.324 e-06 C=-3.105 e-09 D=6.459 e-12 E=-5.426 e-15

F=8.147 e-18

第27面 B=1.031 e-05 C=-2.779 e-08 D=8.238 e-10 E=-7.967 e-12

F=3.954 e-14 G=-7.441 e-17

EA = 25.3

【0039】

* * 【外4】

15

歯車実施例4

$f=17.5-34.1$ $P_{\text{No}}=1:2.9$ $2\omega=102.1^\circ$ -54.8°
 r 1= 63.76 (非球面) d 1= 2.20 n 1=1.77250 v 1=49.6
 r 2= 18.29 d 2= 可変 n 2=1.88481 v 2=42.7
 r 3= -48.47 d 3= 1.20 n 3=1.84566 v 3=23.9
 r 4= 90.31 d 4= 0.96
 r 5= 121.99 d 5= 8.30 n 5=1.84566 v 5=23.9
 r 6= -92.77 d 6= 可変
 r 7= 92.90 d 7= 1.00 n 4=1.84566 v 4=23.9
 r 8= 26.84 d 8= 4.75 n 5=1.48749 v 5=70.2
 r 9= -68.73 d 9= 0.15
 r 10= 33.31 d 10= 4.80 n 6=1.69500 v 6=42.2
 r 11= -68.86 d 11= 可変
 r 12= (穴り) d 12= 2.39
 r 13= -81.43 d 13= 1.20 n 7=1.88300 v 7=40.8
 r 14= 106.68 d 14= 2.24
 r 15= -89.91 d 15= 1.08 n 8=1.89580 v 8=55.5
 r 16= 27.05 d 16= 4.40 n 9=1.84566 v 9=23.9
 r 17= -139.87 d 17= 1.50
 r 18= プリヤー校り d 18= 可変
 r 19= 28.61 d 19= 4.80 n 10=1.48749 v 10=70.2
 r 20= -156.08 d 20= 0.15
 r 21= -960.41 d 21= 4.40 n 11=1.69580 v 11=55.5
 r 22= -29.09 d 22= 0.00
 r 23= -29.09 d 23= 1.20 n 12=1.85026 v 12=32.8
 r 24= -94.08 d 24= 0.20
 r 25= 38.28 d 25= 1.30 n 13=1.84566 v 13=23.9
 r 26= 25.22 d 26= 1.88
 r 27= 57.23 d 27= 7.90 n 14=1.65544 v 14=50.9
 r 28= -20.44 d 28= 1.60 n 15=1.80518 v 15=25.4
 r 29= -58.86 (非球面) d 29= 可変
 r 30= プリヤー校り

焦点距離	17.50	27.38	34.09
可変			
d 2	18.13	18.13	16.13
d 6	19.35	5.81	1.01
d 11	0.87	4.58	6.96
d 18	5.69	1.78	-0.60
d 29	0.00	10.47	17.59

E A = 2 6. 2

非球面係数

第1面 $B=8.297$ $e=06$ $C=-9.993$ $e=10$ $D=-2.758$ $e=12$ $E=1.911$ $e=14$
 $F=-4.383$ $e=18$
 第29面 $B=9.402$ $e=06$ $C=2.005$ $e=08$ $D=-1.009$ $e=10$ $E=9.579$ $e=18$
 $F=-2.344$ $e=15$ $G=1.645$ $e=18$

【0040】

* * 【外5】

17

数据实例5

$f=17.5-34.1$ $P=1:2.0$ $2\omega=102.1^\circ$ -44.8°
 $r_1= 62.81$ (非球面) $d_1= 2.00$ $n_1=1.77250$ $v_1=49.6$
 $r_2= 18.04$ $d_2=$ 可变
 $r_3= -54.14$ $d_3= 1.20$ $n_2=1.83481$ $v_2=42.7$
 $r_4= 89.93$ $d_4= 2.00$
 $r_5= 86.04$ $d_5= 3.90$ $n_3=1.80518$ $v_3=25.4$
 $r_6= -140.72$ $d_6=$ 可变
 $r_7= 83.92$ $d_7= 1.00$ $n_4=1.84666$ $v_4=23.8$
 $r_8= 27.08$ $d_8= 4.75$ $n_5=1.48749$ $v_5=70.2$
 $r_9= -71.22$ $d_9= 0.15$
 $r_{10}= 34.03$ $d_{10}= 4.60$ $n_6=1.62004$ $v_6=36.3$
 $r_{11}= -61.56$ $d_{11}=$ 可变
 $r_{12}= (非球面)$ $d_{12}= 2.64$
 $r_{13}= -85.68$ $d_{13}= 1.20$ $n_7=1.88800$ $v_7=40.8$
 $r_{14}= 147.04$ $d_{14}= 2.25$
 $r_{15}= -52.92$ $d_{15}= 1.25$ $n_8=1.69680$ $v_8=55.5$
 $r_{16}= 28.98$ $d_{16}= 4.40$ $n_9=1.84666$ $v_9=23.8$
 $r_{17}= -138.53$ $d_{17}= 1.50$
 $r_{18}= 7V7-校)$ $d_{18}=$ 可变
 $r_{19}= 30.09$ $d_{19}= 5.54$ $n_{10}=1.48749$ $v_{10}=70.2$
 $r_{20}= 199.26$ $d_{20}= 4.31$ $n_{11}=1.72916$ $v_{11}=54.7$
 $r_{21}= -30.70$ $d_{21}= 1.20$ $n_{12}=1.84666$ $v_{12}=23.8$
 $r_{22}= -102.58$ $d_{22}= 0.20$
 $r_{23}= 39.88$ $d_{23}= 1.90$ $n_{13}=1.84666$ $v_{13}=23.8$
 $r_{24}= 25.52$ $d_{24}= 1.65$
 $r_{25}= 47.27$ $d_{25}= 6.84$ $n_{14}=1.55963$ $v_{14}=51.2$
 $r_{26}= -31.24$ $d_{26}= 1.60$ $n_{15}=1.80518$ $v_{15}=25.4$
 $r_{27}= -53.13$ (非球面) $d_{27}=$ 可变
 $r_{28}= 7V7-校)$

焦点距離 可变距離	17.50	27.34	34.09
d_2	16.05	16.05	18.05
d_6	20.00	5.50	1.11
d_{11}	0.55	4.55	7.11
d_{18}	6.18	2.18	-0.38
d_{27}	0.00	11.21	18.65

非球面参数
 第1面 $B=8.069$ $e=06$ $C=-1.946$ $e=09$ $D=1.057$ $e=11$ $E=-1.601$ $e=14$
 $F=2.223$ $e=17$
 第27面 $B=9.246$ $e=06$ $C=1.463$ $e=08$ $D=-1.398$ $e=10$ $E=1.900$ $e=12$
 $F=-9.395$ $e=15$ $G=1.818$ $e=17$
 $EA=27.6$

* * 【外6】

【0041】

19

20

鏡面実施例6

r=17.5-34.1 FNo=1:1.8 2ω=102.1° -64.8°

r 1=	57.03 (非球面)	d 1=	2.00	n 1=1.77250	v 1=49.6
r 2=	18.90	d 2= 可變			
r 3=	-60.65	d 3=	1.20	n 2=1.89481	v 2=42.7
r 4=	69.54	d 4=	2.00		
r 5=	83.54	d 5=	3.30	n 3=1.80518	v 3=25.4
r 6=	-188.23	d 6= 可變			
r 7=	91.07	d 7=	1.00	n 4=1.85026	v 4=32.9
r 8=	28.43	d 8=	4.75	n 5=1.48749	v 5=70.2
r 9=	-84.56	d 9=	0.15		
r10=	36.36	d10=	4.80	n 6=1.71999	v 6=50.3
r11=	-71.78	d11= 可變			
r12=	(絞り)	d12=	2.24		
r13=	-103.49	d13=	1.20	n 7=1.88300	v 7=40.8
r14=	198.19	d14=	2.17		
r15=	-33.65	d15=	1.87	n 8=1.69680	v 8=55.6
r16=	28.55	d16=	4.40	n 9=1.84666	v 9=23.9
r17=	-158.08	d17=	1.50		
r18=	717-絞り	d18= 可變			
r19=	28.54	d19=	5.47	n10=1.48749	v10=70.2
r20=	-998.05	d20=	4.03	n11=1.72916	v11=54.7
r21=	-32.35	d21=	1.20	n12=1.84666	v12=23.8
r22=	-92.17	d22=	0.20		
r23=	39.94	d23=	1.30	n13=1.84666	v13=23.8
r24=	26.60	d24=	1.85		
r25=	47.52	d25=	6.96	n14=1.55963	v14=61.2
r26=	-30.15	d26=	1.60	n15=1.80518	v15=25.4
r27=	-52.78 (非球面)	d27= 可變			
r28=	717-絞り				

焦点距離 可変距離	17.50	27.40	34.10
d 2	15.89	15.89	15.89
d 6	20.11	5.50	1.10
d 11	0.76	5.26	8.01
d 18	6.86	2.16	-0.59
d 27	0.00	10.66	17.92

EA = 27.7

非球面係数								
第 1 面	B=7.497	e-06	C=-2.127	e-09	D=7.485	e-12	E=-8.386	e-15
	F=1.128	e-17						
第27面	B=9.335	e-06	C=1.659	e-08	D=-1.705	e-10	E=2.298	e-12
	F=-1.135	e-14	G=2.173	e-17				

【0042】

* * 【外7】

21

映像実験例7

f=17.5-24.1 FNo=1:2.8 2ω=102.1° -64.8°

r 1=	59.32 (非球面)	d 1=	2.00	n 1=1.77250	v 1=40.6
r 2=	19.00	d 2= 可変			
r 3=	-82.27	d 3=	1.20	n 2=1.89481	v 2=42.7
r 4=	66.88	d 4=	2.00		
r 5=	81.74	d 5=	9.30	n 3=1.80518	v 3=25.4
r 6=	-172.04	d 6= 可変			
r 7=	98.28	d 7=	1.00	n 4=1.85028	v 4=32.9
r 8=	26.43	d 8=	4.75	n 5=1.48749	v 5=70.2
r 9=	-94.76	d 9=	0.15		
r10=	35.12	d10=	4.60	n 6=1.74400	v 6=44.8
r11=	-78.58	d11= 可変			
r12=	(82.9)	d12=	2.44		
r13=	-97.94	d13=	1.20	n 7=1.88300	v 7=40.6
r14=	144.70	d14=	2.00		
r15=	-85.82	d15=	1.33	n 8=1.89880	v 8=55.5
r16=	83.49	d16=	4.40	n 9=1.84666	v 9=23.9
r17=	-150.67	d17=	1.50		
r18=	717-校9	d18= 可変			
r19=	29.72	d19=	5.20	n10=1.48749	v10=70.2
r20=	373.40	d20=	4.31	n11=1.72916	v11=54.7
r21=	-29.74	d21=	1.20	n12=1.84666	v12=23.8
r22=	-92.97	d22=	0.20		
r23=	41.28	d23=	1.30	n13=1.84666	v13=23.8
r24=	25.03	d24=	1.56		
r25=	39.17	d25=	6.69	n14=1.49700	v14=81.6
r26=	-40.02	d26=	1.60	n15=1.81474	v15=37.0
r27=	-59.32 (非球面)	d27= 可変			
r28=	717-校9				

焦点距離 可変面番号	17.50	27.34	34.09
d 2	16.09	16.09	16.09
d 6	19.80	5.32	1.01
d 11	0.88	5.65	8.69
d 18	7.20	2.43	-0.61
d 27	0.00	10.45	17.56

非球面係数

第1面 B=7.304 e-06 C=-1.231 e-09 D=3.405 e-12 E=-1.508 e-15

F=-5.927

e-18

e-06 C=1.611 e-08 D=-1.880 e-10 E=2.424 e-12

F=-1.212

e-14 G=2.344 e-17

EA=27.7

【0043】

* * 【外8】

鏡面実測例8

f=17.5-34.1 FNo=1:2.8 2ω=102.1° -64.8°

r 1=	58.95 (非球面)	d 1=	2.00	n 1=1.77250	v 1=49.6
r 2=	18.64	d 2= 可変			
r 3=	-58.99	d 3=	1.20	n 2=1.83481	v 2=42.7
r 4=	84.59	d 4=	2.00		
r 5=	109.03	d 5=	3.10	n 3=1.80518	v 3=25.4
r 6=	-155.21	d 6= 可変			
r 7=	101.19	d 7=	1.00	n 4=1.85026	v 4=32.3
r 8=	26.60	d 8=	4.55	n 5=1.48749	v 5=70.2
r 9=	-80.20	d 9=	0.15		
r 10=	35.15	d10=	4.95	n 6=1.74400	v 6=44.8
r 11=	-80.26	d11= 可変			
r 12=	(枚り)	d12=	2.31		
r 13=	-89.55	d13=	1.20	n 7=1.88300	v 7=40.8
r 14=	141.71	d14=	2.07		
r 15=	-35.02	d15=	1.09	n 8=1.89880	v 8=55.5
r 16=	30.49	d16=	4.00	n 9=1.84666	v 9=23.9
r 17=	-157.74	d17=	1.50		
r 18=	777-829	d18= 可変			
r 19=	29.15	d19=	4.69	n10=1.48749	v10=70.2
r 20=	361.38	d20=	4.75	n11=1.72916	v11=54.7
r 21=	-29.41	d21=	1.20	n12=1.84666	v12=23.8
r 22=	-86.75	d22=	0.20		
r 23=	43.46	d23=	1.80	n13=1.84666	v13=23.8
r 24=	25.52	d24=	1.38		
r 25=	37.67	d25=	6.92	n14=1.49700	v14=81.6
r 26=	-37.40	d26=	1.60	n15=1.81474	v15=37.0
r 27=	-51.716 (非球面)	d27= 可変			
r 28=	777-829				

鏡面距離 可変距離	17.50	27.45	34.08
d 2	15.13	15.13	15.13
d 6	18.82	5.15	1.10
d 11	0.84	5.69	8.46
d 18	7.63	2.77	0.00
d 27	0.00	10.51	17.66

EA = 27.6

非球面係数

第1面 B=3.292	e-06 C=-2.909	e-09 D=6.879	e-12 E=-4.299	e-15
F=8.082	e-18			
第27面 B=1.019	e-05 C=1.828	e-08 D=-1.763	e-10 E=2.251	e-12
F=-1.051	e-14 G=1.909	e-17		

数据実例9

 $f=17.5$ $\Phi No=1.2.0$ $2\omega=102.1^\circ$ -64.8°

r 1=	67.26 (非球面)	d 1=	2.00	n 1=1.77250	v 1=49.6
r 2=	19.12	d 2=	可变	n 2=1.88481	v 2=42.7
r 3=	-55.16	d 3=	1.20	n 3=1.80518	v 3=25.4
r 4=	114.52	d 4=	1.70		
r 5=	168.59	d 5=	3.00		
r 6=	-113.04	d 6=	可变		
r 7=	111.84	d 7=	1.00	n 4=1.85026	v 4=32.3
r 8=	26.55	d 8=	4.50	n 5=1.48749	v 5=70.2
r 9=	-85.81	d 9=	0.15		
r10=	36.27	d10=	4.95	n 6=1.74400	v 6=44.8
r11=	-73.04	d11=	可变		
r12=	(枚り)	d12=	2.41		
r13=	-80.87	d13=	1.20	n 7=1.88300	v 7=40.8
r14=	172.47	d14=	2.13		
r15=	-85.00	d15=	2.10	n 8=1.69680	v 8=55.5
r16=	29.90	d16=	4.20	n 9=1.84666	v 9=23.9
r17=	-142.60	d17=	1.50		
r18=	7/7-枚9	d18=	可变		
r19=	28.75	d19=	4.78	n10=1.49700	v10=81.6
r20=	127.85	d20=	5.62	n11=1.71800	v11=53.8
r21=	-29.07	d21=	1.20	n12=1.84666	v12=23.8
r22=	-86.56	d22=	0.20		
r23=	42.85	d23=	1.30	n13=1.84666	v13=23.8
r24=	24.58	d24=	1.32		
r25=	94.67	d25=	7.45	n14=1.48749	v14=70.2
r26=	-32.09	d26=	1.80	n15=1.88400	v15=37.2
r27=	-51.54 (非球面)	d27=	可变		
r28=	7/7-枚9				

焦点距離 可変距離	17.50	27.54	34.10
d 2	15.74	15.74	15.74
d 6	19.15	5.23	1.12
d 11	0.80	5.96	8.75
d 18	7.83	2.56	-0.19
d 27	0.00	10.70	17.98

E A = 27.5

非球面係数

第1面 $B=8.373$ $e=06$ $C=-4.109$ $e=09$ $D=7.289$ $e=12$ $E=-4.049$ $e=15$
 $F=5.018$ $e=18$
 第27面 $B=9.765$ $e=05$ $C=1.654$ $e=08$ $D=-1.272$ $e=10$ $E=1.632$ $e=12$
 $F=-7.911$ $e=15$ $G=1.347$ $e=17$

27
表-1

28

条件式	数値実施例					
	下限	上限	1	2	3	4
TLM/TW	8	10	7.36	7.372	7.399	7.692
M1/M2	-0.3	0.3	-0.0014	-0.034	-0.013	-0.042
X-X ₀ /EA	0.005	0.05	0.0151	0.0128	0.0126	0.0145
f4/TW	1.5	3	1.997	2.083	1.905	2.085
f4/FT	0.7	1.8	1.086	1.123	1.038	1.071
LSP/TW	0.37	0.47	0.43	0.429	0.43	0.421
M3/M2	0.4	0.7	0.555	0.511	0.625	0.643
N21	1.7	----	1.8467	1.8467	1.8467	1.8467
ν 21	30	----	23.8	23.8	23.8	23.8
N432	1.7	----	1.8052	1.8052	1.8052	1.8052
ν 432	30	----	25.4	25.4	25.4	25.4
数値実施例						
条件式	5	6	7	8	9	
TLM/TW	7.902	7.910	7.898	7.716	7.911	
M1/M2	-0.0028	-0.061	-0.070	-0.0028	-0.0027	
X-X ₀ /EA	0.0162	0.0168	0.0160	0.0182	0.0172	
f4/TW	2.136	2.153	2.143	2.078	2.133	
f4/FT	1.096	1.105	1.100	1.067	1.095	
LSP/TW	0.421	0.419	0.421	0.411	0.405	
M3/M2	0.652	0.595	0.556	0.568	0.558	
N21	1.8467	1.8503	1.8503	1.8503	1.8503	
ν 21	23.8	32.9	32.3	32.3	32.3	
N432	1.8052	1.8052	1.8147	1.8147	1.834	
ν 432	25.4	25.4	37	37	37.2	

【0046】

【発明の効果】本発明によれば以上のように、負の屈折力のレンズ群が先行するネガティブリード型の全体として4つのレンズ群より成るズームレンズにおいて、各レンズ群の屈折力やレンズ構成を適切に設定することにより、所定のバックフォーカスを有しつつ、広角端の撮影画角100°、変倍比2、Fナンバー2.9程度の全変倍範囲にわたり高い光学性能を有したズームレンズを達成することができる。

【図面の簡単な説明】

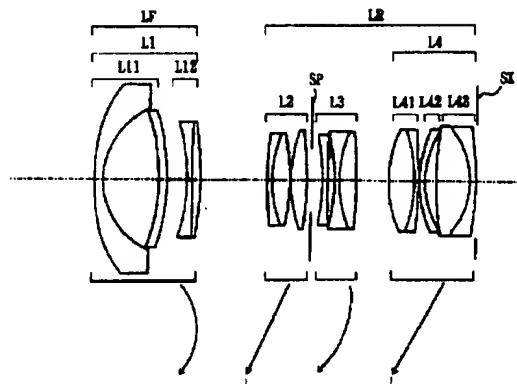
- 【図1】本発明の数値実施例1の広角端のレンズ断面図
- 【図2】本発明の数値実施例2の広角端のレンズ断面図
- 【図3】本発明の数値実施例3の広角端のレンズ断面図
- 【図4】本発明の数値実施例4の広角端のレンズ断面図
- 【図5】本発明の数値実施例5の広角端のレンズ断面図
- 【図6】本発明の数値実施例6の広角端のレンズ断面図
- 【図7】本発明の数値実施例7の広角端のレンズ断面図
- 【図8】本発明の数値実施例8の広角端のレンズ断面図
- 【図9】本発明の数値実施例9の広角端のレンズ断面図

- * 【図10】本発明の数値実施例1の広角端の収差図
- 【図11】本発明の数値実施例1の望遠端の収差図
- 【図12】本発明の数値実施例2の広角端の収差図
- 【図13】本発明の数値実施例2の望遠端の収差図
- 【図14】本発明の数値実施例3の広角端の収差図
- 【図15】本発明の数値実施例3の望遠端の収差図
- 【図16】本発明の数値実施例4の広角端の収差図
- 【図17】本発明の数値実施例4の望遠端の収差図
- 【図18】本発明の数値実施例5の広角端の収差図
- 【図19】本発明の数値実施例5の望遠端の収差図
- 【図20】本発明の数値実施例6の広角端の収差図
- 【図21】本発明の数値実施例6の望遠端の収差図
- 【図22】本発明の数値実施例7の広角端の収差図
- 【図23】本発明の数値実施例7の望遠端の収差図
- 【図24】本発明の数値実施例8の広角端の収差図
- 【図25】本発明の数値実施例8の望遠端の収差図
- 【図26】本発明の数値実施例9の広角端の収差図
- 【図27】本発明の数値実施例9の望遠端の収差図
- 【符号の説明】

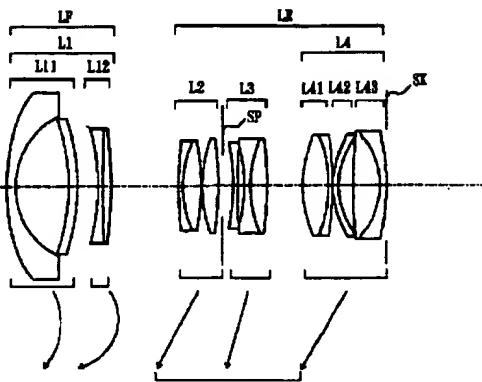
LF 前群
 LR 後群
 L1 第1群
 L2 第2群
 L3 第3群
 L4 第4群
 L11 第11群
 L12 第12群
 L41 第41成分

L42 第42成分
 L43 第43成分
 SP 開口絞り
 SK, SV フレア一絞り
 d d線
 g g線
 S.C 正弦条件
 ΔS サジタル像面
 ΔM メリディオナル像面

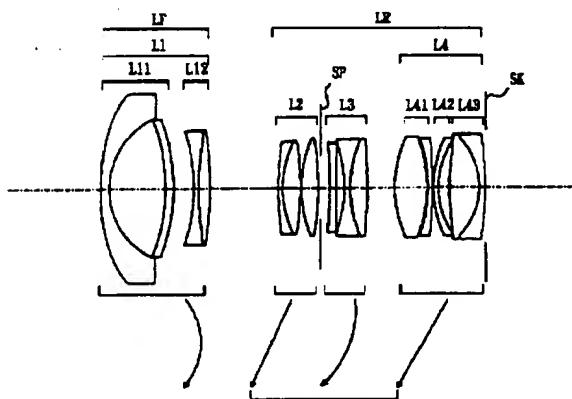
【図1】



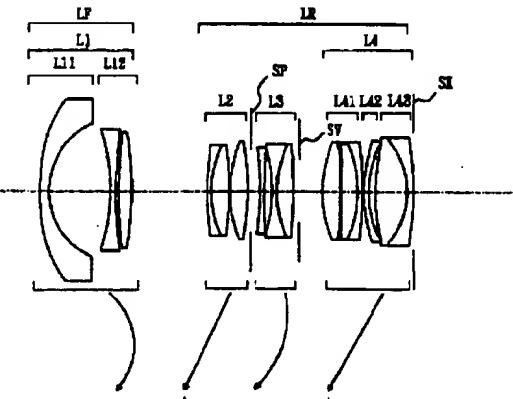
【図2】



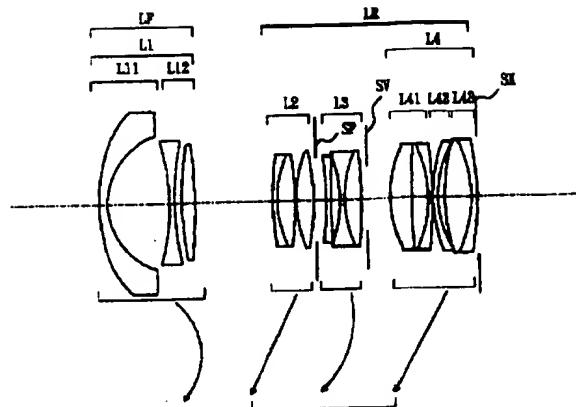
【図3】



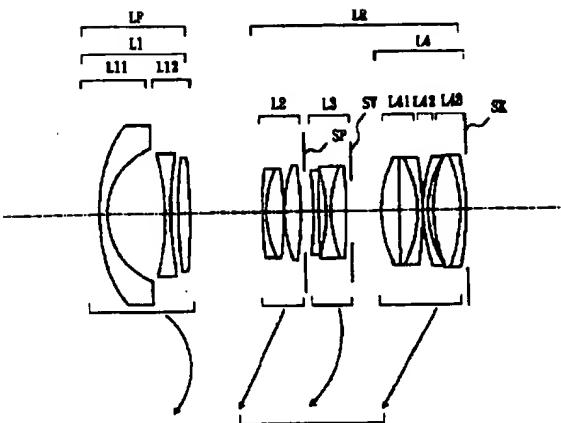
【図4】



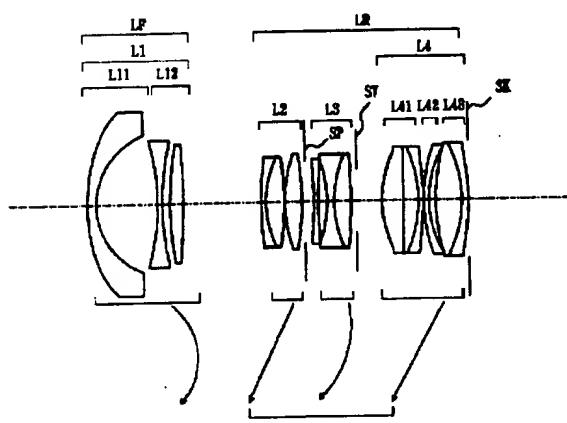
【図5】



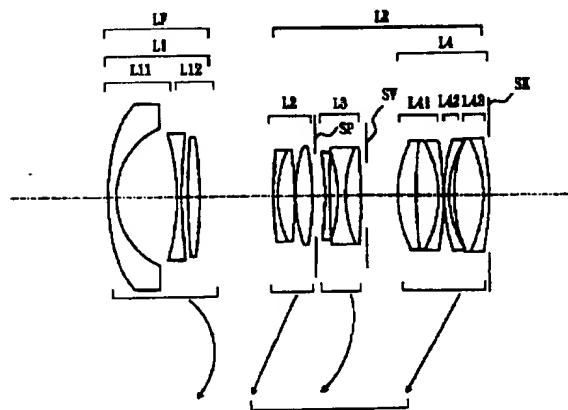
【図8】



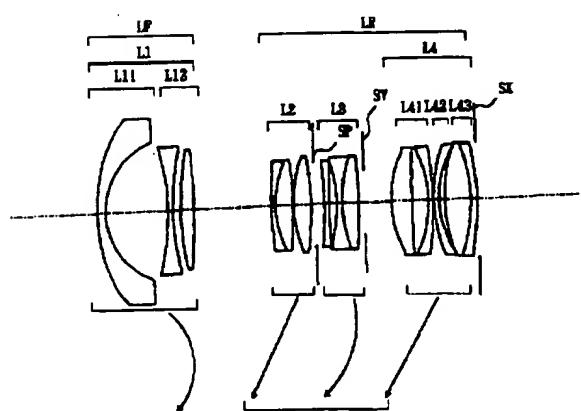
【図6】



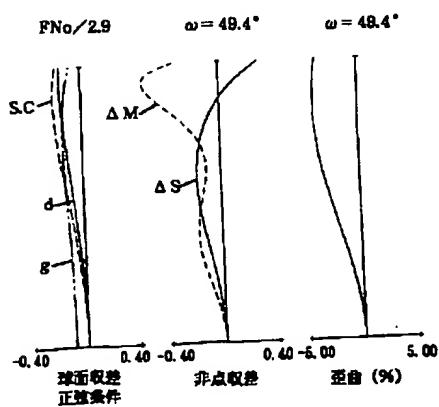
【図9】



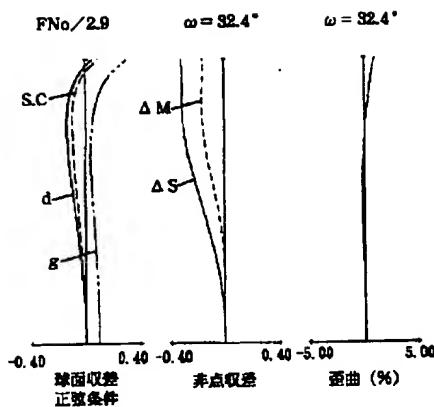
【図7】



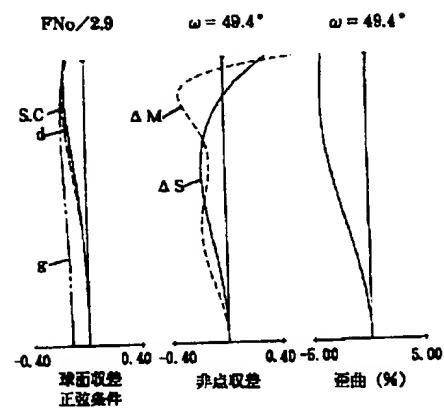
【図10】



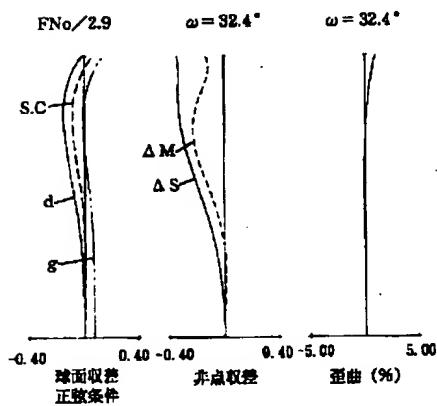
【図11】



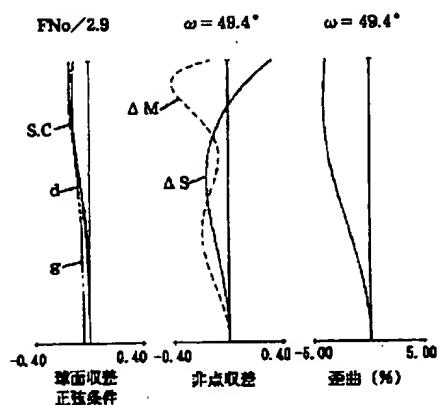
【図12】



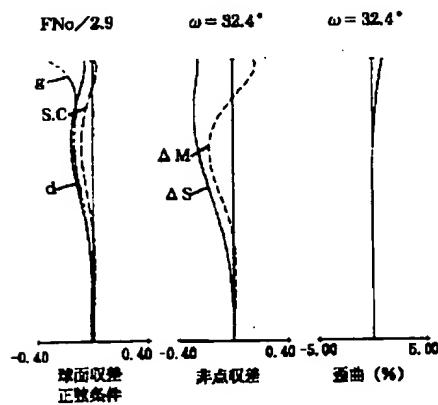
【図13】



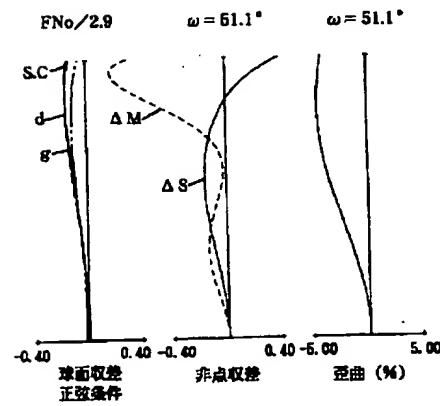
【図14】



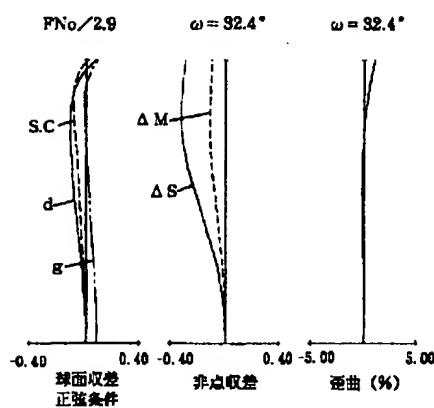
【図15】



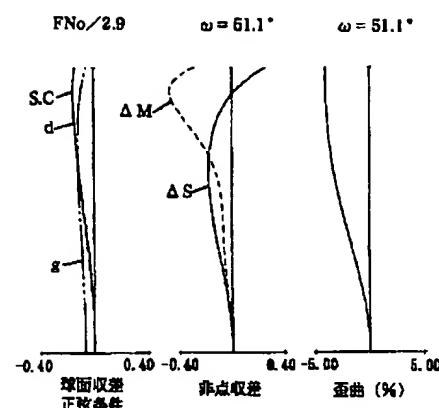
【図16】



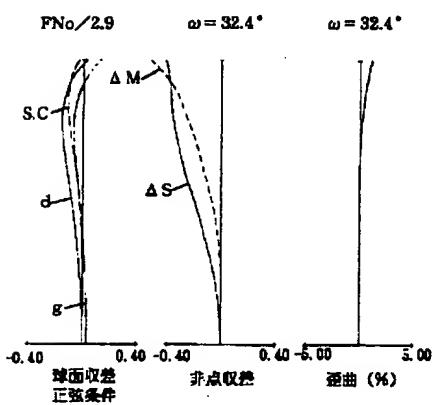
【図17】



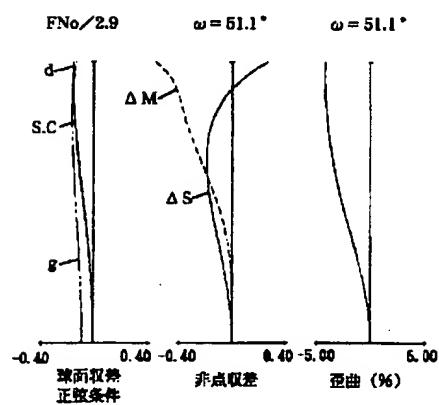
【図18】



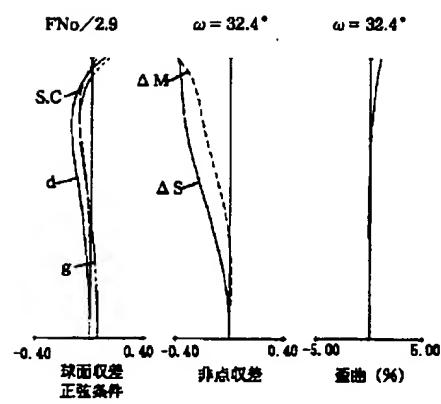
【図19】



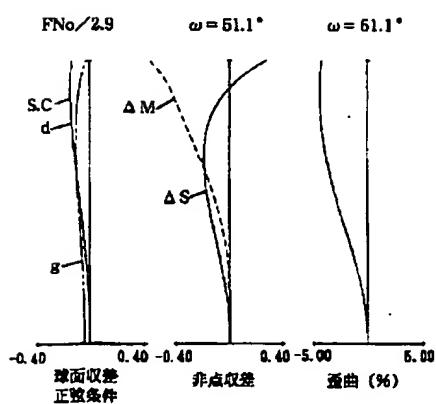
【図20】



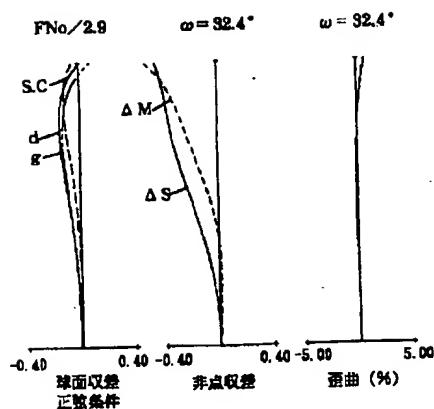
【図21】



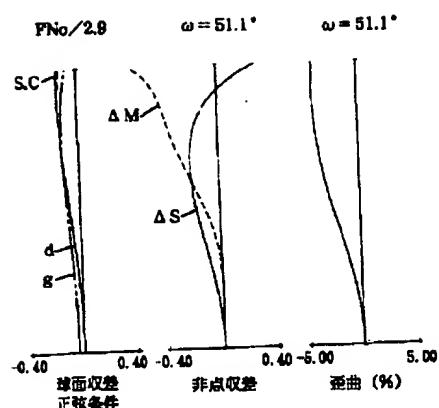
【図22】



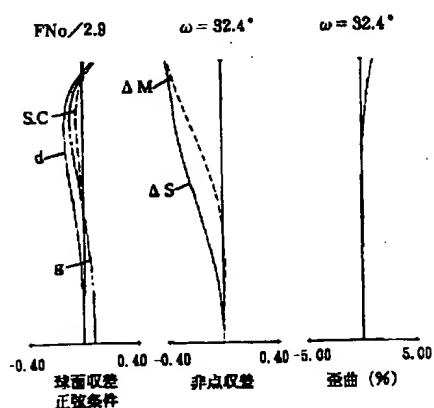
【図23】



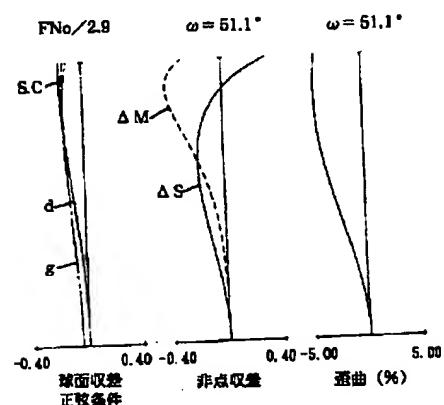
【図24】



【図25】



【図26】



【図27】

